

# 一种自动提高图像信噪比的方法

贺国旗<sup>1</sup>, 陈向奎<sup>2</sup>, 韩泉叶<sup>1</sup>, 兰新哲<sup>1</sup>

(1. 陕西广播电视大学 资源建设与现代教育技术中心, 陕西 西安 710068;

2. 洛阳师范学院 信息技术学院, 河南 洛阳 471022)

**摘要:**信噪比是衡量图像处理效果的一种客观有效的方法,是图像识别的重要依据之一,但是信噪比衡量的结果往往存在与人的视觉效果不一致的现象。文中针对原有的信噪比计算公式存在使有的图像与原图像非常相像而得到信噪比却非常低的问题,通过对原图像和结果图像进行统计分析,根据原图像和结果图像的内容自动地得到一个比例系数。如果对结果图像的每一个像素乘以该系数,就可以得到信噪比较高的图像;也可以通过改变传统的信噪比计算公式,对结果图像使用新的信噪比计算公式进行计算,从而得到一个比较高的信噪比,且对任意图像使用新的信噪比计算公式得到绝不低于原有公式计算的结果。文中通过理论分析和实验结果说明提高了所提算法的有效性。

**关键词:**信噪比;图像处理;视觉效果;失真;振幅

**中图分类号:**TP301

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2015)12-0060-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.12.014

## A Method of Automatically Improving SNR of Image

HE Guo-qi<sup>1</sup>, CHEN Xiang-kui<sup>2</sup>, HAN Quan-ye<sup>1</sup>, LAN Xin-zhe<sup>1</sup>

(1. Department of Resources Construction and Modern Education Technology, Shaanxi Radio & TV University, Xi'an 710068, China;

2. Academy of Information Technology, Luoyang Normal University, Luoyang 471022, China)

**Abstract:** The signal-to-noise ratio is an effective way of measuring the effect of image processing and one of significant foundation of image identification. However, the SNR measure result often leads to inconsistent phenomenon with the visual effect. Aiming at the issue which the original calculation formula of the SNR makes high similarity between some images and original image that results in low SNR, a proportional coefficient is obtained automatically through analyzing the original and the results image. Each pixel of the results image multiplied by the coefficient, can get an image with high SNR, also can change the traditional SNR calculation formula which calculates to results image by using new calculation formula of the SNR to get a higher signal-to-noise ratio and will get a higher calculation result by using new calculation formula of the SNR than original's. The theory analysis and experiment results demonstrate that the effectiveness of algorithm proposed in this paper is improved.

**Key words:** signal to noise ratio; image processing; visual effect; distortion; amplitude

## 0 引言

在图像增强、图像去噪、图像分解<sup>[1]</sup>等图像处理中,对于得到的结果图像可以通过视觉观察来判断结果的优劣,而视觉观察往往带有选择性和主观性。为了进一步提高说服力,常常还需要用客观判断方法,如信噪比、峰值信噪比等,进行判断;在物理方面,信噪比也是检测信号强度的一种常用的方法,曾冰等<sup>[2]</sup>用信噪比来判断啁啾脉冲激光信号;郭振武等<sup>[3]</sup>用信噪比

来检测微弱耦合探测能力;蔡彦等<sup>[4]</sup>用信噪比来判断二极管激光器吸收光谱检测系统的性能;卢栋等<sup>[5]</sup>利用信噪比判断合成孔径激光成像雷达探测能力;李文臣等<sup>[6]</sup>评估电磁环境复杂度等级利用信噪比法;张国青等<sup>[7]</sup>判断多像素光子计数器的性能用信噪比法。在医学方面,李刚等<sup>[8-9]</sup>用信噪比法评估光谱法舌诊的正确率;李刚等<sup>[10]</sup>将信噪比法用在血液成分检测方面;在红外成像方面,谢宝蓉等<sup>[11]</sup>用信噪比法检测红

收稿日期:2015-03-25

修回日期:2015-07-02

网络出版时间:2015-12-04

基金项目:陕西省2014年重大科技创新项目(2014ZKC03-18);陕西省2014年度信息化重点建设项目“陕西广播电视大学手机智能远程教育信息化项目”(陕工信发[2014]199号)

作者简介:贺国旗(1968-),男,副教授,研究方向为图形图像处理、网络技术、软件工程、教育技术应用。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20151204.1046.002.html>

外成像系统的性能;王智宏等<sup>[12]</sup>对近红外等效光谱测量用到信噪比;杨帆等<sup>[13]</sup>将信噪比法用于空间红外目标地基探测。信噪比应用如此广泛,它的可靠性至关重要,在信号放大方面杨素行<sup>[14]</sup>给出:当三极管的静态工作点设计的过低,容易造成信号“截止”失真;当静态工作点设计的过高,容易造成“饱和”失真。也就是说只要信号的频率不变,振幅增大或减小不算失真;用录音机播放同一名歌手的同一首歌曲,声音开的“大”一些或关的“小”一些,同样可以听出是该歌手唱的,也就是说没有失真,或者说失真比较“小”。同样,将同一幅图像整体变“暗”或变“亮”,也应该不算失真或失真较“小”,这时用信噪比法进行检测,信噪比应该比较“高”,但是,得到的信噪比却非常“低”,这说明传统的信噪比法存在一定的不足,需要改进。

文中通过对原图像和结果图像进行统计分析,自动地产生一个系数,可以提高结果图像的信噪比,或者改变信噪比的计算公式,提高信噪比法的检测值。

实验结果和理论分析都表明该算法可以提高大多数图像的信噪比,对于任意的图像,信噪比绝对不会下降。

## 1 传统的信噪比和峰值信噪比

图像的信噪比计算公式如式(1)所示:

$$SNR = 10 \times \lg \frac{\sum_{i=0}^{n-1} f^2(i)}{\sum_{j=0}^{n-1} [f(j) - f'(j)]^2} \quad (1)$$

其中,  $\lg$  是以 10 为底的对数;  $f(i)$  是原图像中第  $i$  像素点的像素值,  $f'(i)$  是结果图像中第  $i$  像素点的像素值,它们的取值范围是  $0 \sim 255$ ;  $n$  是图像中的像素数。

峰值信噪比计算公式如式(2)所示:

$$PSNR = 10 \times \lg \frac{\sum_{i=0}^{n-1} 255 \times 255}{\sum_{j=0}^{n-1} [f(j) - f'(j)]^2} \quad (2)$$

其中,  $f(i)$ ,  $f'(i)$  及  $n$  的说明同式(1),只是分子取像素的最大可能值 255,一般来说同一幅图像的峰值信噪比要大于信噪比。

## 2 文中提出的信噪比和峰值信噪比

改进后的信噪比和峰值信噪比计算公式如式(3)和式(4)所示:

$$SNR' = 10 \times \lg \frac{\sum_{i=0}^{n-1} f^2(i)}{\sum_{j=0}^{n-1} [f(j) - \text{xishu} \times f'(j)]^2} \quad (3)$$

$$PSNR' = 10 \times \lg \frac{\sum_{i=0}^{n-1} 255 \times 255}{\sum_{j=0}^{n-1} [f(j) - \text{xishu} \times f'(j)]^2} \quad (4)$$

式中的  $\text{xishu}$  按如下步骤求得:

第一步:利用式(5)和式(6)分别求出原图像和结果图像的像素平均值:

$$\text{mean}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(i) \quad (5)$$

$$\text{mean}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f'(i) \quad (6)$$

第二步:利用式(7)求出原图像和结果图像对应像素的比例:

$$p(i) = \frac{f(i)}{f'(i)} \quad (7)$$

第三步:求出所有  $p(i)$  中大于 0 且小于 1 的最大值  $p_{\min\max}$ 。

第四步:求出所有  $p(i)$  中大于 1 的最小值  $p_{\max\min}$ 。

第五步:

(1) 如果  $p_{\min\max}$  和  $p_{\max\min}$  都不存在,说明要么结果图像中的像素值为 0 或结果图像中的像素值与原图像中对应像素的像素值相等,此时不处理或让  $\text{xishu} = 1$ 。

(2) 如果  $p_{\min\max}$  不存在,说明原图像中像素的像素值均大于结果图像中相应的像素值,就是说结果图像比原图像“暗”,此时取  $\text{xishu} = p_{\max\min}$ ,结果图像中任一像素乘以  $\text{xishu}$  后均不会超过原图像中相应的像素值,且会更接近原图像中相应的像素值,式(3)和式(4)中的分母会变小,从而式(3)和式(4)中的值会分别大于式(1)和式(2)的值。

(3) 如果  $p_{\max\min}$  不存在,说明原图像中像素的像素值均小于结果图像中相应的像素值,就是说结果图像比原图像“亮”,此时取  $\text{xishu} = p_{\min\max}$ ,结果图像中任一像素乘以  $\text{xishu}$  后均不会低于原图像中相应的像素值,且会更接近原图像中相应的像素值,式(3)和式(4)中的分母也会变小,从而式(3)和式(4)中的值也会分别大于式(1)和式(2)的值。

(4) 如果  $p_{\min\max}$  和  $p_{\max\min}$  都存在,说明原图像中像素和结果图像中相对应的像素相比,有的比结果图像“暗”,有的比结果图像“亮”,此时再考虑  $\frac{\text{mean}_1}{\text{mean}_2}$  的值:

① 如果  $|1 - \frac{\text{mean}_1}{\text{mean}_2}| \leq 0.001$ ,说明原图像与结果

图像的“明暗”程度基本相同,不处理或让  $\text{xishu} = 1$ 。

② 否则让  $\text{xishu} = \frac{\text{mean}_1}{\text{mean}_2}$ ,处理的结果会使结果图像中的像素值有的比结果图像“暗”,有的比结果图像“亮”,根据统计规律可知,它们毕竟是少数,而大多数

的像素值会更接近,总的信噪比也会提高。

3 改变结果图像的视觉效果

用式(8)对结果图像进行变换:

$$f''(i) = xishu \times f'(i) \tag{8}$$

4 实验结果及分析

为了验证算法的有效性,用图像处理中常用的“琳娜”图像和“辣椒”图像,分别对它们进行“变暗”、用文献[15]的方法缩小“8”倍后再用双线性法和双三次法放大“8”倍、用双线性法和双三次法分别先缩小“8”倍后再放大“8”倍,分别列出原信噪比和文中方法的信噪比(注:如果缩小算法和放大算法都是理想的,则先缩小后放大得到的图像应该与原图像非常接近,故可以用信噪比法来判断它们的结果),同时给出相应的图像结果。



图 1 原图像

对“琳娜”图像进行上述处理的结果图像如图 2 所示。



图 2 实验结果 1

为了节省文章篇幅,对所有实验结果的图像尺寸都设置的小了一些,从实验结果 1 各图像的视觉效果上看,对于变暗的图像(a)(像素值缩小一半),虽然有些“暗淡”,但还是非常清晰的;对于先使用文献[15]的图像缩小算法缩小 8 倍(图像尺寸是原图像的 1/8),再使用双线性法或双三次法放大 8 倍得到的图像

(b)和图像(c),图像不但“暗淡”,而且非常“模糊”,它们的差别不大;对于先使用双线性法缩小 8 倍,再放大 8 倍的图像(d),和先使用双三次法缩小 8 倍,再放大 8 倍的图像(e),它们的视觉效果也几乎没有差别,它们的“亮度”与原图像差不多,且在“帽子”和“人脸”的边缘处,出现了明显的“锯齿”现象。

从表 1 中的原信噪比来看,“变暗”图像(a)的信噪比只有 6 点多,这是不合理的;图像(b)和图像(c)的信噪比只差 0.09 左右,与它们的视觉效果十分接近;图像(d)和图像(e)的信噪比只差 0.11 左右,与它们的视觉效果也十分接近。

对实验结果 1 的图像运用文中算法处理后的图像如图 3 所示。



图 3 实验结果 2

从实验结果 2 各图像的视觉效果上看,所有图像的“亮度”都与原图像差不多,图像(a)看上去基本与原图像相同;图像(b)和(c)有些“模糊”;图像(d)和(e)与实验结果 1 中对应的图像看起来没有差别。

图 2 和图 3 各图像信噪比的结果如表 1 所示。

表 1 图 2 和图 3 各图像的信噪比

算法	原信噪比	新信噪比
变暗	6.043 804	30.557 861
先缩小后双线性	4.281 975	18.812 465
先缩小后双三次	4.371 967	19.057 432
双线性	21.512 905	21.512 905
双三次	21.628 073	21.628 073

从表 1 中的新信噪比来看,“变暗”图像(a)的信噪比已经达到 30 多,与人的视觉感受相一致,这是合理的,新信噪比是原信噪比的 5 倍左右,这是因为它所有的像素值都比原图像中对应的像素值小,且比值大于“1”的最小值是“1.5”,处理后信噪比肯定会升高;图像(b)和图像(c)的信噪比提高到 19 左右,新信噪比是原信噪比的 4 倍多,这是因为它们的像素值与原图像相对应的像素值相比,有更“暗”的,也有更“亮”

的,但它们的像素平均值与原图像的像素平均值差别比较大,故  $xishu$  取值为  $\frac{mean_1}{mean_2}$ ; 图像(d)和图像(e)的信噪比没有变化,这是因为它们的像素平均值与原图像的像素平均值几乎相等,且相对应的像素有的比原图像的“暗”,有的“亮”,故文中算法  $xishu$  取值为“1”;说明文中算法可以提高大多数图像的信噪比,但是绝对不会降低图像的信噪比。

对“辣椒”图像进行上述处理的结果图像如图 4 所示。

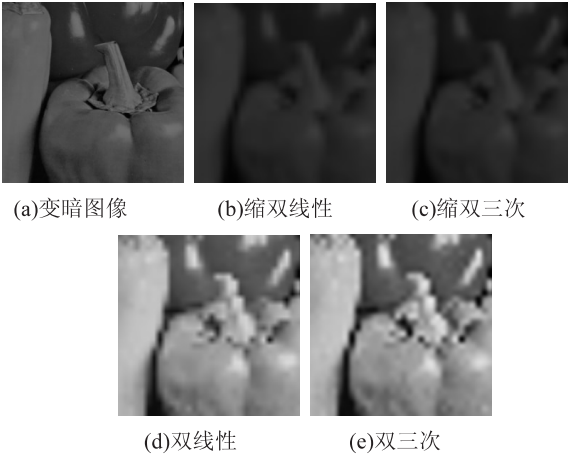


图 4 实验结果 3

对实验结果 3 的图像运用文中算法处理后的图像如图 5 所示。

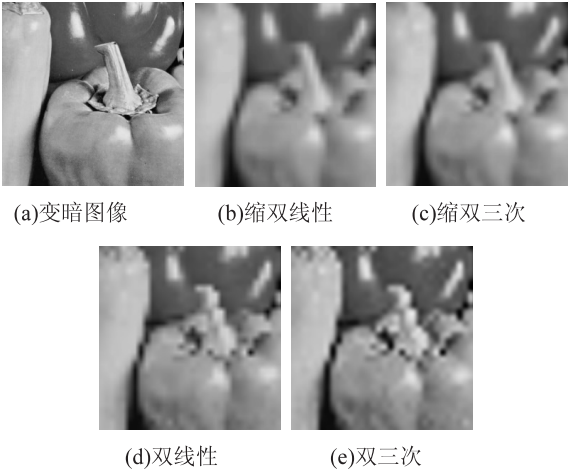


图 5 实验结果 4

图 4 和图 5 各图像信噪比的结果如表 2 所示。

表 2 图 4 和图 5 各图像的信噪比

算法	原信噪比	新信噪比
变暗	6.049 248	29.602 481
先缩小后双线性	2.768 891	15.782 909
先缩小后双三次	2.742 812	16.130 999
双线性	17.107 156	17.107 156
双三次	16.651 546	16.651 546

对于实验结果 3 和实验结果 4 及表 2 的分析,可以得到与实验结果 1 和实验结果 2 及表 1 相似的结论,这里不再重复。

5 结束语

文中从分析现有信噪比法评价图像处理效果存在的不足,提出了一种新的信噪比算法。它可以通过统计原图像和结果图像的有关特性,自动地产生相应的系数,可以提高大多数图像的信噪比,绝对不会降低任何图像的信噪比。信噪比法广泛应用在各个领域,文中提出的思想可以为其他领域的研究人员提供一些参考意见或建议。

参考文献:

[1] 李宏升. 基于虚拟真实拓扑结构宇宙算法的图像分解研究[J]. 科学技术与工程,2013,13(36):10953-10956.

[2] 曾冰,曾曙光,张彬,等. 提升啁啾脉冲激光信噪比的扫描滤波方法[J]. 物理学报,2012,61(15):268-274.

[3] 郭振武,温国强,张红霞,等. 保偏光纤模式耦合分析及其相干检测[J]. 红外与激光工程,2012,41(5):1282-1286.

[4] 蔡彦,吴尚谦,伍昂,等. 波长调制光谱检测下限计算方法的研究[J]. 激光技术,2012,36(3):390-393.

[5] 卢栋,孙建锋,周煜,等. 大视场接收合成孔径激光成像雷达探测能力分析[J]. 光学学报,2013,33(7):287-292.

[6] 李文臣,张政超,陆静,等. 电磁环境复杂度等级评估模型[J]. 中国电子科学研究院学报,2012,7(4):427-431.

[7] 张国青,张英堂,翟学军,等. 多像素光子计数器的信噪比特性[J]. 光学学报,2013,33(3):53-59.

[8] 李刚,赵静,林凌,等. 光调制技术用于提高光谱法舌诊的测量信噪比[J]. 光谱学与光谱分析,2012,32(1):192-195.

[9] 赵静,李哲,李刚,等. 反射率归一化用于提高光谱法舌诊信噪比[J]. 光谱学与光谱分析,2012,32(6):1624-1627.

[10] 李刚,王慧泉,张昊,等. 无创血液成分检测全波段信号信噪比均衡[J]. 光谱学与光谱分析,2012,32(2):486-490.

[11] 谢宝蓉,冯书谊,方彩婷,等. 基于数字 TDI 技术的红外成像系统设计[J]. 红外技术,2013,35(4):207-210.

[12] 王智宏,刘杰,孙玉洋,等. 近红外等效光谱测量方法研究[J]. 光谱学与光谱分析,2013,33(4):963-967.

[13] 杨帆,宣益民,韩玉阁. 空间红外目标地基探测的信噪比分析[J]. 红外与激光工程,2012,41(11):2879-2885.

[14] 杨素行. 模拟电子技术基础简明教程[M]. 北京:高等教育出版社,2005:46-63.

[15] 康牧,王宝树. 一种基于弹性模型的图像缩小算法[J]. 系统工程与电子技术,2009,31(9):2208-2211.



# 一种自动提高图像信噪比的方法


作者:

[贺国旗](#), [陈向奎](#), [韩泉叶](#), [兰新哲](#), [HE Guo-qi](#), [CHEN Xiang-kui](#), [HAN Quan-ye](#),  
[LAN Xin-zhe](#)

作者单位:

[贺国旗, 韩泉叶, 兰新哲, HE Guo-qi, HAN Quan-ye, LAN Xin-zhe \(陕西广播电视大学 资源建设与现代教育技术中心, 陕西 西安, 710068\)](#), [陈向奎, CHEN Xiang-kui \(洛阳师范学院 信息技术学院, 河南 洛阳, 471022\)](#)

刊名:

[计算机技术与发展](#) 

英文刊名:

[Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期):

[2015, 25\(12\)](#)

引用本文格式: [贺国旗](#). [陈向奎](#). [韩泉叶](#). [兰新哲](#). [HE Guo-qi](#). [CHEN Xiang-kui](#). [HAN Quan-ye](#). [LAN Xin-zhe](#) 一种自动提高图像信噪比的方法[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(12)